

OFDM SIGNAL TRANSMITTING METHOD AND OFDM SIGNAL RECEIVING DEVICE

Patent number: JP10065644

Publication date: 1998-03-06

Inventor: MORIYAMA SHIGEKI; KURODA TORU; NAKAHARA SHUNJI; TAKADA MASAYUKI; TSUCHIDA KENICHI; OKANO MASAHIRO; SASAKI MAKOTO; YAMAZAKI SHIGERU

Applicant: NIPPON HOSO KYOKAI <NHK>

Classification:

- International: H04J11/00

- european:

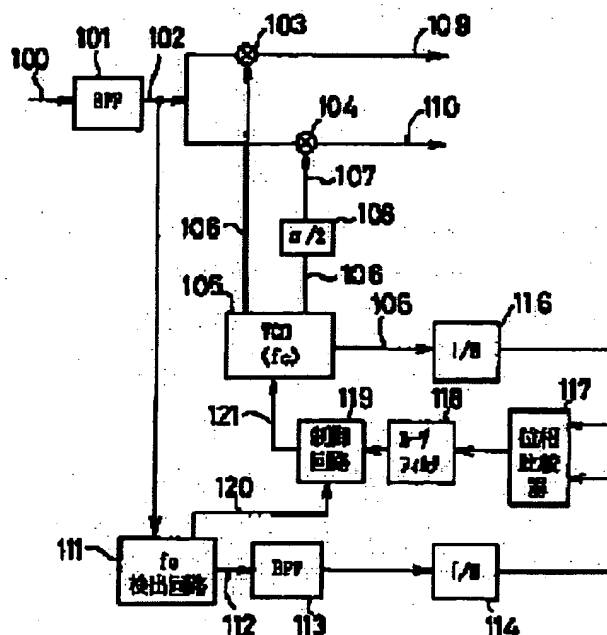
Application number: JP19960218486 19960820

Priority number(s):

Abstract of JP10065644

PROBLEM TO BE SOLVED: To reproduce a correct and stable reference carrier frequency signal by locking in the frequency of a signal with the highest level within non-modulation carrier signals inserted to a prescribed position in a synchronizing signal section.

SOLUTION: In a non-modulation carrier signal fc detecting circuit 111, an OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) modulating signal 102 outputted from a band pass filter 101 is inputted, the reference carrier frequency signal 112 is generated and supplied to the band pass filter 113 and also the reference carrier frequency signal is supplied to a control circuit 119 as a signal 120 which indicates a period for controlling frequency locking. The output of a loop filter 118 and the signal 120 indicating the period for controlling frequency locking, which is outputted from an fc detecting circuit 111, are inputted to the control circuit 119 and the output signal 106 of a voltage control oscillator 105 is controlled so as to be converged to the frequency fc concerning the period for controlling frequency locking, that is, only in receiving the fc signal.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Patent Abstracts of Japan

This Page Blank (uspto)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 送信側では、OFDM信号の同期信号区間の所定位置に1種類以上の異なる周波数の無変調キャリア信号を同一の繰り返しパターンで挿入して間欠的に送信し、

受信側では、前記無変調キャリア信号の内、最もレベルの高い無変調キャリア信号の周波数にロックして、OFDM信号復調用の基準搬送周波数信号を再生することを特徴とするOFDM信号伝送方法。

【請求項2】 請求項1記載のOFDM信号伝送方法において、

送信側では、前記無変調キャリア信号の挿入レベルを他の情報伝送用信号よりも大きくすることを特徴とするOFDM信号伝送方法。

【請求項3】 送信側においてOFDM信号の同期信号区間の所定位置に1種類以上の異なる周波数の無変調キャリア信号を同一の繰り返しパターンで挿入して間欠的に送信されたOFDM信号を受信して、この受信信号の中から1種類以上の異なる周波数の無変調キャリア信号を取り出す手段と、

これらの信号の内、最もレベルの高い無変調キャリア信号を抽出する手段と、

この抽出された無変調キャリア信号の周波数にロックする電圧制御発振器ループ手段と、

このループ手段からOFDM信号復調用の基準搬送周波数信号を再生する手段と、

を具備することを特徴とするOFDM信号受信装置。

【請求項4】 請求項3記載のOFDM信号受信装置において、

前記受信信号の中から無変調キャリア信号を取り出す手段は、OFDM信号の同期信号区間の所定位置に挿入された無変調キャリア信号の挿入期間を検出するための無変調キャリアの周波数の帯域阻止フィルタと、このフィルタの出力から生成したゲート信号により受信信号中の無変調キャリア信号の挿入期間をゲートする手段とを具備することを特徴とするOFDM信号受信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、デジタルテレビジョン放送、デジタル音声放送またはデジタルテレビジョン素材伝送装置用として好適なOFDM信号伝送方法に係わり、特に、受信側で基準搬送周波数信号を正確かつ安定に再生するOFDM信号伝送方法およびOFDM信号受信装置に関する。

【0002】 【発明の概要】 本発明は、OFDM（直交周波数分割多重：Orthogonal Frequency Division Multiplexing）信号を伝送する方式に関するもので、1種類以上の無変調キャリア信号をOFDM信号の同期信号区間の所定位置に挿入して間欠的に送信し、受信装置側では、それらの信号を取り出し、基準搬送周波数の信号

を発生する電圧制御発振器の周波数をロックする周波数ロックループを構成することにより、正確で安定した基準搬送周波数のキャリアを再生するものである。

【0003】

【従来の技術】 OFDM信号伝送方式は、マルチパスに強い、周波数利用効率が比較的高い、スペクトルが白色ガウス雑音に近く、他のサービスに妨害を与えにくいなどの多くの長を有しており、特に移動体向けデジタル音声放送や、デジタルテレビジョン放送、またはデジタルテレビジョン素材伝送などに優れた伝送方式である。

【0004】 従来、OFDM変調信号を復調するための基準搬送周波数信号の再生については、再生されたフレーム同期信号に基づいて周波数ロックすることにより再生する方法や、受信されたデータの位相誤差検出によって周波数ずれの補正を行う方法などが用いられている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記フレーム同期信号に基づいて周波数ロックすることにより再生する方法、および受信されたデータの位相誤差検出によって周波数ずれの補正を行う方法のいずれの方法にあっても、正確でかつ安定した基準搬送周波数信号の再生はできないという問題があった。

【0006】 本発明は上記の事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、正確で安定した基準搬送周波数信号の再生を可能とするOFDM信号伝送方法およびOFDM信号受信装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】 上記の目的を達成するために請求項1の発明は、送信側では、OFDM信号の同期信号区間の所定位置に1種類以上の異なる周波数の無変調キャリア信号を同一の繰り返しパターンで挿入して間欠的に送信し、受信側では、前記無変調キャリア信号の内、最もレベルの高い無変調キャリア信号の周波数にロックして、OFDM信号復調用の基準搬送周波数信号を再生することを特徴とするものである。

【0008】 上記の構成によれば、OFDM信号は伝送路上の周波数特性等に起因してレベル低下をするが、複数の無変調キャリア信号の内ではレベル低下の最も小さい無変調キャリア信号の周波数にロックして基準搬送周波数信号を再生するようにしたので、正確で安定した基準搬送周波数信号の再生が可能となる。

【0009】 請求項2の発明は、請求項1記載のOFDM信号伝送方法において、送信側では、前記無変調キャリア信号の挿入レベルを他の情報伝送用信号よりも大きくすることを特徴とするものである。

【0010】 上記の構成によれば、無変調キャリア信号の挿入レベルを他のOFDM信号（情報伝送用信号）よりも大きくするようにしたので、より安定した再生が可能となる。

【0011】請求項3の発明は、送信側においてOFDM信号の同期信号区間内の所定位置に1種類以上の異なる周波数の無変調キャリア信号を同一の繰り返しパターンで挿入して間欠的に送信されたOFDM信号を受信して、この受信信号中から1種類以上の異なる周波数の無変調キャリア信号を取り出す手段と、これらの信号の内、最もレベルの高い無変調キャリア信号を抽出する手段と、この抽出された無変調キャリア信号の周波数にロックする電圧制御発振器ループ手段と、このループ手段からOFDM信号復調用の基準搬送周波数信号を再生する手段と、を具備することを特徴とするものである。

【0012】上記の構成によれば、請求項1の発明と同様、正確で安定した基準搬送周波数信号の再生が可能となる。

【0013】請求項4の発明は、請求項3記載のOFDM信号受信装置において、前記受信信号中から無変調キャリア信号を取り出す手段は、OFDM信号の同期信号区間内の所定位置に挿入された無変調キャリア信号の挿入期間を検出するための無変調キャリアの周波数の帯域阻止フィルタと、このフィルタの出力から生成したゲート信号により受信信号中の無変調キャリア信号の挿入期間をゲートする手段とを具備することを特徴とするものである。

【0014】上記の構成によれば、OFDM信号の同期信号区間内の所定位置に挿入された無変調キャリア信号を帯域阻止フィルタを利用して検出するようにしたので、無変調キャリア信号を抽出するために、他にゲート信号生成用の信号を送信する必要がなく、間欠的に送信される無変調キャリア信号のみからゲート信号を作成することが可能となり、効率的な伝送方法を構成することができる。また、OFDM信号の周波数がずれた場合であっても、そのずれよりも帯域阻止フィルタの減衰周波数幅を広くとることにより、無変調キャリア信号の送信期間を安定的に検出することが可能となる。

【0015】

【発明の実施の形態】

<第1の実施の形態>図1は本発明に係るOFDM信号伝送方法の第1の実施の形態において送信側から送出される基準搬送周波数の無変調キャリア信号の一例を示しており、図2は本発明に係るOFDM信号受信装置の第1の実施の形態の回路構成を示している。

【0016】図1に示すように、送信側では、OFDM信号の同期信号区間内の所定位置に、OFDM伝送周波数帯域の中心周波数である基準搬送周波数信号（周波数 f_c の無変調キャリア信号、以下、適宜“ f_c 信号”ともいう。）が挿入されこれが間欠的に送信される。受信側では間欠的に送信される f_c 信号を周波数ロック用として利用し、基準搬送周波数信号を再生する。これにより、正確で安定した基準搬送周波数信号の再生が可能となる。また、基準周波数ロック用の f_c 信号のレベルを

他のOFDM信号（情報伝送用信号）よりも大きくするようにすれば、より安定した再生が可能となる。

【0017】OFDM信号を再生する装置は、図2に示すように、帯域通過フィルタ（BPF）101と、マルチプレクサ103、104と、電圧制御発振器（VCO）105と、 $\pi/2$ 移相器108とを備えている。また、基準搬送周波数信号検出回路（以下、“ f_c 検出回路”という。）111と、帯域通過フィルタ（BPF）113と、 $1/N$ 分周器114、116と、位相比較器117と、ループフィルタ118と、制御回路119とを備えて構成されている。

【0018】帯域通過フィルタ101は、受信IF信号100を入力してOFDM変調信号102を生成して出力する。

【0019】マルチプレクサ103では、電圧制御発振器105の出力信号106に基づいてOFDM変調信号102中からOFDM信号のベースバンドI信号109が生成される。また、マルチプレクサ104では、電圧制御発振器105の出力信号を $\pi/2$ だけ移相した移相器108の出力信号107に基づいてOFDM変調信号102中からOFDM信号のベースバンドQ信号110が生成される。生成されたこれらベースバンドI信号およびQ信号は、FFT回路（図示せず）に供給され、ここで離散フーリエ変換されて受信データとなる。

【0020】一方、 f_c 検出回路111では、帯域通過フィルタ101から出力されるOFDM変調信号102を入力して基準搬送周波数信号112が生成されてバンドパスフィルタ113へ供給されると共に、この基準搬送周波数信号は周波数ロック制御を行う期間を示す信号120として制御回路119に供給される。この f_c 検出回路111の構成は、図3に示すように、帯域阻止フィルタ（BEF）201と、ゲート信号作成回路203と、基準周波数信号抽出回路205とから構成されている。

【0021】帯域阻止フィルタ201は基準搬送周波数信号を減衰させるものであり、その周波数特性を図4に示す。同図において、OFDMスペクトラムが破線で示されており、帯域阻止フィルタ（BEF）201は中心キャリアである基準搬送波 f_c において相対レベルが急激に低下する特性を有している。したがって、この帯域阻止フィルタ201では、図5（A）に示すOFDM信号200中から同図（B）に示すように f_c 信号が送信された期間がほぼ無信号になるような信号（BEF通過信号）202が生成される。このBEF通過信号202はゲート信号作成回路203に入力され、ここで同図（C）に示すゲート信号204が生成される。そして、基準搬送周波数信号抽出回路205では、生成されたゲート信号がアクティブ時間だけ f_c 信号を通過する。これによりOFDM信号200中から f_c 信号のみが抽出される。

【0022】したがって、この f_c 。検出回路111によれば、基準搬送周波数信号を抽出するために、他にゲート信号生成用の信号を送信する必要がなく、間欠的に送信される基準搬送周波数信号のみからゲート信号を作成することが可能となり、効率的な伝送方式を構成することができる。

【0023】また、図4のBEF特性に示すように、伝搬中におけるドップラ効果による周波数ずれや、受信機の局部信号発振器の周波数ずれがあっても、そのずれよりもBEFの減衰周波数幅を広くとることにより、基準搬送周波数信号の送信期間を検出することが可能となり、安定した基準搬送周波数信号の再生が可能となる。

【0024】バンドパスフィルタ113では、 f_c 。信号のみが通過して分周器114に出力される。1/N分周器114では、供給された f_c 。信号の周波数が1/Nに分周されて位相比較器117に供給される。

【0025】位相比較器117と、ループフィルタ118により位相同期回路(PLL)が構成されており、1/N分周器114で f_c 。信号の周波数が1/Nに分周された信号と、電圧制御発振器105からの出力信号が1/N分周器114で1/N分周された信号との位相が比較されその位相差に比例した信号がループフィルタ118を介して制御回路119に供給される。

【0026】制御回路119では、前記位相差に比例した信号と、 f_c 。検出回路111から出力される周波数ロック制御を行う期間を示す信号120とが入力され、周波数ロック制御を行う期間について、すなわち f_c 。信号が受信された時にのみ電圧制御発振器105の出力信号106が周波数 f_c 。に収束するように制御される。

【0027】このように、第1の実施の形態によれば、送信側では、OFDM信号の同期信号区間の所定位置に、OFDM伝送周波数帯域の中心周波数 f_c 。の基準搬送周波数信号を挿入して間欠的に送信し、OFDM信号受信装置では、受信信号中から前記基準搬送周波数 f_c 。信号を取り出し、この f_c 。信号の周波数にロックする電圧制御発振器ループによって、基準搬送周波数信号を再生するようにしたので、基準搬送周波数信号を正確かつ安定的に再生することが可能となる。

【0028】<第2の実施の形態>図6は本発明に係るOFDM信号伝送方法の第2の実施の形態において送信側から送出される無変調キャリア信号の一例を示しており、図2は本発明に係るOFDM信号受信装置の第2の実施の形態の回路構成を示している。

【0029】図6に示すように、送信側では、OFDM伝送周波数帯域の中心周波数 f_c 。に対して、

$$f_1 \times A/N = f_1 \times B/N$$

$$f_2 \times C/N = f_2 \times D/N \quad (A, B, C, D, N \text{ は任意の整数})$$

なる関係にある2つの周波数 f_1 、 f_2 の信号をOFDM信号の同期信号区間の所定位置に挿入されこれが間

欠的に送信される。受信側では間欠的に送信される f_1 信号または f_2 信号のうちのいずれかレベルの高い方の信号を周波数ロック用として利用し、基準搬送周波数信号を再生する。これにより、いずれかの無変調キャリア信号が伝送路上の周波数特性の変動などによりレベル低下する場合でも、より一層正確かつ安定した基準搬送周波数信号の再生が可能となる。また、基準周波数ロック用の f_1 信号または f_2 信号 f のレベルを他のOFDM信号(情報伝送用信号)よりも大きくするようにすれば、さらに安定した再生が可能となる。

【0030】第2の実施形態におけるOFDM信号を再生する装置は、図7に示すように、帯域通過フィルタ(BPF)301と、マルチプレクサ303、304と、電圧制御発振器(VCO)305と、 $\pi/2$ 移相器308とを備えている。また、無変調キャリア周波数 f_1 信号検出回路(以下、「 f_1 検出回路」という。)311と、帯域通過フィルタ(BPF)313と、レベル検出器314と、B/N分周器315と、A/N分周器317と、位相比較器318と、ループフィルタ319とを備えている。さらに、無変調キャリア周波数 f_2 信号検出回路(以下、「 f_2 検出回路」という。)321と、帯域通過フィルタ(BPF)323と、レベル検出器324と、D/N分周器325と、C/N分周器326と、位相比較器327と、ループフィルタ328と、制御回路332とを備えて構成されている。

【0031】この受信装置においても図2に示した第1の実施形態における受信装置と同様、帯域通過フィルタ301によって受信IF信号300から生成されたOFDM変調信号302が、マルチプレクサ303、304に供給され、マルチプレクサ303では電圧制御発振器305の出力信号306に基づいてOFDM信号のベースバンドI信号309が生成され、マルチプレクサ304では電圧制御発振器305の出力信号を $\pi/2$ だけ移相した移相器308の出力信号307に基づいてOFDM変調信号302中からOFDM信号のベースバンドQ信号310が生成される。生成されたこれらベースバンドI信号およびQ信号は、FFT回路(図示せず)に供給され、ここで離散フーリエ変換されて受信データとなる。

【0032】また、 f_1 検出回路311では、図3に示した回路構成と同様、阻止周波数が f_1 である帯域阻止フィルタを用いて、帯域通過フィルタ301から出力されるOFDM変調信号302中から無変調キャリア周波数 f_1 信号312が抽出されてバンドパスフィルタ313へ供給される。バンドパスフィルタ313では、 f_1 信号のみが通過されレベル検出器314に供給される。レベル検出器314では、供給された f_1 信号の信号レベルが所定値以上であれば f_1 レベル信号330が生成されて制御回路332に供給されると共に、 f_1 信号はB/N分周器315に供給される。B/N分周器315

では、供給された f_1 信号の周波数が B/N に分周されて位相比較器318に供給される。

【0033】位相比較器318では B/N に分周された f_1 信号と、 A/N 分周器317で A/N に分周された電圧制御発振器305の出力信号との位相差が演算され、ループフィルタ319を介して位相差比例信号320として制御回路332に供給される。

【0034】一方、 f_2 検出回路321では、阻止周波数が f_2 である帯域阻止フィルタを用いて、帯域通過フィルタ301から出力されるOFDM変調信号302中から無変調キャリア周波数 f_2 信号322が抽出されてバンドパスフィルタ323へ供給される。バンドパスフィルタ323では、 f_2 信号のみが通過されレベル検出器324に供給される。レベル検出器324では、供給された f_2 信号の信号レベルが所定値以上であれば f_2 レベル信号331が生成されて制御回路332に供給されると共に、 f_2 信号は D/N 分周器325に供給される。 D/N 分周器325では、供給された f_2 信号の周波数が D/N に分周されて位相比較器327に供給される。

【0035】位相比較器327では D/N に分周された f_2 信号と、 C/N 分周器326で C/N に分周された電圧制御発振器305の出力信号との位相差が演算され、ループフィルタ328を介して位相差比例信号329として制御回路332に供給される。

【0036】制御回路332には、各ループフィルタ319、328を介して各位相差比例信号320、329が入力されると共に、レベル検出器314から出力される f_1 レベル信号330と、レベル検出器324から出力される f_2 レベル信号331とが入力されており、これらの信号に基づいて f_1 信号または f_2 信号が検出された時のみ、これら両信号のいずれかレベルの大きい方の信号に係る位相差比例信号320または329を選択して得られる制御信号333により電圧制御発振器305の出力信号306が周波数 f_1 に収斂するように制御される。

【0037】このように、第2の実施の形態によれば、間欠的に送信される2つの無変調キャリア信号(f_1 信号、 f_2 信号)を利用して、いずれかの無変調キャリア信号(f_1 信号、 f_2 信号)が伝送路上の周波数特性の変動などによりレベルが低下する場合でも、受信装置側で基準搬送周波数信号を正確かつ安定的に再生することが可能となる。

【0038】なお、第2の実施の形態では、無変調キャリア信号を f_1 信号と f_2 信号の2つの信号としたが、これを1つあるいは3つ以上の信号としても良い。

【0039】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1の発明によれば、送信側では、OFDM信号の同期信号区間内の所定位置に1種類以上の異なる周波数の無変調キャリア

信号を同一の繰り返しパターンで挿入して間欠的に送信し、受信側では、前記無変調キャリア信号の内、最もレベルの高い無変調キャリア信号の周波数にロックして、OFDM信号復調用の基準搬送周波数信号を再生するようにしたので、基準搬送周波数信号を正確かつ安定的に再生することが可能となる。

【0040】請求項2の発明によれば、送信側では、前記無変調キャリア信号の挿入レベルを他の情報伝送用信号よりも大きくするようにしたので、より安定した再生が可能となる。

【0041】請求項3の発明によれば、送信側においてOFDM信号の同期信号区間内の所定位置に1種類以上の異なる周波数の無変調キャリア信号を同一の繰り返しパターンで挿入して間欠的に送信されたOFDM信号を受信して、この受信信号中から1種類以上の異なる周波数の無変調キャリア信号を取り出す手段と、これらの信号の内、最もレベルの高い無変調キャリア信号を抽出する手段と、この抽出された無変調キャリア信号の周波数にロックする電圧制御発振器ループ手段と、このループ手段からOFDM信号復調用の基準搬送周波数信号を再生する手段とからOFDM信号受信装置を構成したので、請求項1の発明と同様に、基準搬送周波数信号を正確かつ安定的に再生することが可能となる。

【0042】請求項4の発明によれば、受信信号中から無変調キャリア信号を取り出す手段は、OFDM信号の同期信号区間内の所定位置に挿入された無変調キャリア信号の挿入期間を検出するための無変調キャリアの周波数の帯域阻止フィルタと、このフィルタの出力から生成したゲート信号により受信信号中の無変調キャリア信号の挿入期間をゲートする手段とから構成したので、無変調キャリア信号を抽出するために、他にゲート信号生成用の信号を送信する必要がなく、間欠的に送信される無変調キャリア信号のみからゲート信号を作成することが可能となり、効率的な受信が可能となる。また、OFDM信号の周波数がずれた場合であっても、そのずれよりも帯域阻止フィルタの減衰周波数幅を広くとることによって、無変調キャリア信号の送信期間を安定的に検出することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るOFDM信号伝送方法の第1の実施の形態において送信側から送出される基準搬送周波数の無変調キャリア信号の一例を示す説明図である。

【図2】本発明に係るOFDM信号受信装置の第1の実施の形態における回路構成を示すブロック図である。

【図3】帯域阻止フィルタ(BEF)を用いた基準搬送周波数信号検出回路の構成例を示す説明図である。

【図4】帯域阻止フィルタの周波数特性を示す説明図である。

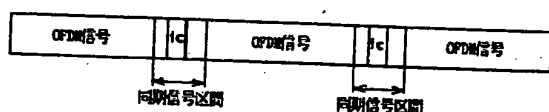
【図5】図3に示す基準搬送周波数信号検出回路の各部の信号を示す説明図である。

10

- 113 帯域通過フィルタ
- 114, 116 ($1/N$) 分周器
- 117, 318, 327 位相比較器
- 118, 319, 328 ループフィルタ
- 119, 332 制御回路
- 201 帯域阻止フィルタ
- 203 ゲート信号作成回路
- 205 基準搬送周波数信号抽出回路
- 311 無変調キャリア信号検出回路 (f_1 検出回路)
- 313 (f_1 信号) 帯域通過フィルタ
- 314, 324 レベル検出器
- 315 (B/N) 分周器
- 317 (A/N) 分周器
- 321 無変調キャリア信号検出回路 (f_2 検出回路)
- 323 (f_2 信号) 帯域通過フィルタ
- 325 (D/N) 分周器
- 326 (C/N) 分周器

100	受信IF信号
101, 301	OFDM信号の帯域通過フィルタ
102, 302	OFDM変調信号
103, 104, 303, 304	マルチプレクサ
105, 305	電圧制御発振器(VCO)
106, 306	VCO出力信号
108, 308	($\pi/2$) 移相器
109, 309	OFDM信号のベースバンドI信号
110, 310	OFDM信号のベースバンドQ信号
111	基準搬送周波数信号検出回路(f _c 検出回路)
112	基準搬送周波数信号

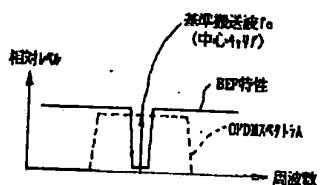
【图2】



```

graph LR
    200 --> 201[将域阻止  
1/2倍频]
    201 --> 202[1-1/2倍频]
    202 --> 205[输出回路]
    205 -- 206 --> 201
  
```

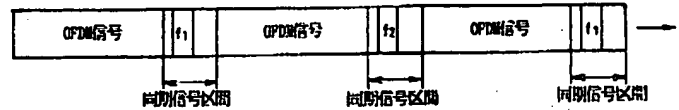
【図5】



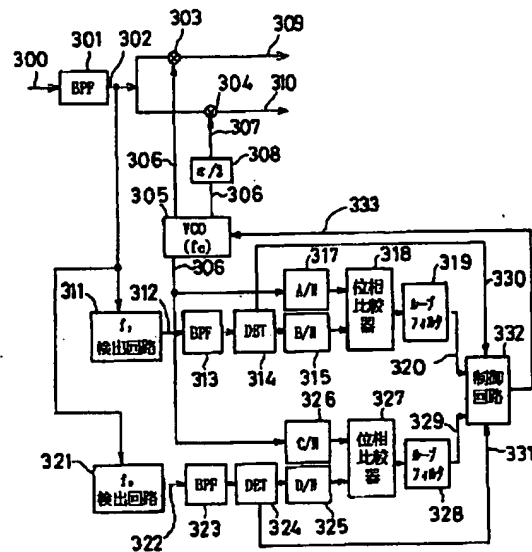
- (D) 抽出された基準
同被験者は 207



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72) 発明者 高田 政幸
東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放
送協会放送技術研究所内

(72) 発明者 土田 健一
東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放
送協会放送技術研究所内

(72) 発明者 岡野 正寛
東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放
送協会放送技術研究所内

(72) 発明者 佐々木 誠
東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放
送協会放送技術研究所内

(72) 発明者 山崎 滋
東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放
送協会放送技術研究所内

inis Page Blank (uspto)